

OBSAH

1. ÚVOD	6
1.1 Senzor	6
1.2 Technologie výroby senzorů	6
1.3 Měřicí řetězec	7
1.4 Inteligentní senzor	8
1.5 Základní parametry senzorů	9
1.5.1 Statické vlastnosti senzorů	9
1.5.2 Dynamické vlastnosti senzorů	10
1.6 Vybrané metody zmenšení chyb senzorů	12
1.6.1 Metoda kompenzačního senzoru	12
1.6.2 Metoda diferenčního senzoru a poměrová metoda	13
1.6.3 Metoda zpětnovazebního senzoru	14
1.6.4 Metoda linearizace	15
1.6.5 Metoda automatické kalibrace	15
1.6.6 Modulace měřené veličiny	16
2. Senzory polohy	18
2.1 Magnetické senzory a spínače	18
2.1.1 Jazyčkové kontakty (reed contacts)	18
2.1.2 Hallův senzor a spínač	19
2.1.3 Magnetorezistory	19
2.2 Indukčnostní senzory polohy	20
2.2.1 Indukčnostní senzory na principu vířivých proudů	20
2.2.2 Indukčnostní senzory s proměnnou vzduchovou mezerou	21
2.2.3 LVDT	22
2.2.4 Induktosyn	23
2.2.5 Selsyny a resolvery	25
2.2.6 Magnetostrikční senzory polohy	26
2.3 Kapacitní senzory	26
2.3.1 Kontaktní kapacitní senzory	26
2.3.2 Kapacitní bezkontaktní senzory a spínače	29
2.3.3 Měřicí obvody pro kapacitní senzory	30
2.4 Optické senzory polohy	31
2.4.1 Polohově citlivé senzory (PSD)	31
2.4.2 CCD (Charged-coupled device)	32
2.4.3 Inkrementální optoelektronické senzory posuvu	32
2.4.4 Absolutní optoelektronické senzory polohy s prostorovým kódem	33
2.4.5 Senzor rozměrů clonicího typu	34
2.4.6 Optoelektronické senzory polohy s triangulací	34
2.4.7 Optoelektronické senzory polohy na interferometrickém principu	35
2.5 Odporové senzory polohy	36
2.6 Senzory vibrací	36
2.6.1 Absolutní senzory kmitavého pohybu	37
2.6.2 Elektrodynamický senzor vibrací	38
2.6.3 Akcelerometry pro měření vibrací	39
2.7 Senzory otáček, rychlosti a zrychlení	40
2.7.1 Senzory úhlové rychlosti a otáček	40
2.7.2 Korelační princip měření rychlosti	42

2.8	Senzory pro inerciální navigaci	43
2.8.1	Vibrační senzor úhlové rychlosti	43
2.8.2	Optický vláknový gyroskop	43
2.8.3	Akcelerometry s elektromechanickou zpětnou vazbou (servoakcelerometry)	45
3.	Senzory mechanického napětí a síly	46
3.1	Senzory mechanického napětí (Tenzometry)	46
3.1.1	Rezonanční senzory (strunové tenzometry)	46
3.1.2	Odporové tenzometry	46
3.1.3	Měřicí obvody pro odporové tenzometry	50
3.2	Senzory síly a hmotnosti	52
3.2.1	Úvod	52
3.2.2	Pružné (deformační) členy	52
3.2.3	Pružné členy pro senzory hmotnosti (vážení)	54
3.2.4	Senzory síly s převodem deformace na polohu	54
3.2.5	Piezoelektrické senzory	55
3.2.6	Měřicí obvody pro piezoelektrické senzory	56
3.2.7	Magnetoanizotropní senzory sil	59
3.2.8	Optické a rezonanční senzory síly	59
3.3	Senzory krouticího momentu	60
3.3.1	Základní pojmy	60
3.3.2	Senzory s odporovými tenzometry	60
3.3.3	Senzory s převodem momentu na úhel	61
3.3.4	Magnetické senzory momentu	62
3.3.5	Přenos měřonosného signálu momentu z rotující části	62
4.	Senzory tlaku	63
4.1	Základní pojmy	63
4.2	Deformační senzory tlaku membránové	64
4.3	Deformační senzory tlaku trubicové	65
4.4	Kapacitní senzory tlaku	66
4.5	Piezoelektrické senzory tlaku	67
4.6	Rezonanční senzory tlaku	67
5.	Senzory průtoku a hladiny	69
5.1	Senzory průtoku	69
5.1.1	Základní pojmy	69
5.1.2	Plováčkové senzory průtoku	69
5.1.3	Rychlostní senzory průtoku	70
5.1.4	Dávkovací senzory	73
5.1.5	Senzory hmotnostního průtoku s Coriolisovou silou	73
5.1.6	Tepelné senzory hmotnostního průtoku	74
5.2	Senzory hladiny	75
5.2.1	Senzory pro nespojitě měření	76
5.2.2	Senzory pro spojitě měření	76
6.	SENZORY TEPELNÝCH VELIČIN	78
6.1.1	Odporové kovové senzory teploty (RTD = resistive temperature detectors)	78
6.1.2	Termistory	81
6.1.3	Polovodičové monokrystalické senzory teplot	82
6.1.4	Měřicí obvody pro odporové senzory teploty	83
6.1.5	Monokrystalické PN senzory teploty	87
6.1.6	Měřicí obvody pro PN senzory	88

6.1.7 Termoelektrické senzory teploty	90
6.1.8 Měřicí obvody pro termoelektrické senzory	92
6.1.9 Dilatační teploměry a senzory teploty	94
6.1.10 Speciální senzory teploty	94
6.1.11 Časová konstanta dotykových senzorů	94
6.2 Senzory pro bezdotykové měření teplot	95
6.2.1 Základy pyrometrie	95
6.2.2 Senzory infračerveného záření	99
6.2.3 Pyrometrické metody	102
7. Senzory ionizujícího záření	106
7.1 Rozdělení senzorů ionizujícího záření	106
7.2 Plynové detektory	106
7.2.1 Ionizační komory	107
7.2.2 Proporcionální detektory	108
7.2.3 Geiger-Müllerovy detektory	108
7.3 Scintilační detektory (scintilátory)	109
7.4 Polovodičové detektory	109
8. CHEMICKÉ SENZORY A BIOSENZORY	111
8.1 Základní pojmy a jednotky	111
8.2 Senzory na fyzikálním principu	112
8.2.1 Rezonanční piezoelektrické senzory	112
8.2.2 Tepelně vodivostní senzory	112
8.2.3 Paramagnetické senzory kyslíku	113
8.2.4 Senzory konduktivity	113
8.2.5 Iontové spektrometry	116
8.3 Senzory pracující na fyzikálně-chemickém principu	116
8.3.1 Polovodičové senzory plynů	116
8.3.2 CHEMFET senzory	117
8.3.3 Termokatalytické senzory (Pellistory)	117
8.3.4 Elektrochemické senzory	118
8.4 Optické a optoelektronické chemické senzory	122
8.4.1 Úvod do spektrální fotometrie	122
8.4.2 Infračervené (IR) analyzátoary plynu	123
8.4.3 Senzory pro chromatografickou analýzu	125
8.5 Biosenzory	126
8.6 Senzory vlhkosti plynu	126
8.6.1 Sorpční senzory vlhkosti	127
8.6.2 Psychrometr	128
8.6.3 Zrcadlové senzory teploty rosného bodu	129
9. Průmyslové systémy pro měření a sběr dat	130
Centralizované a distribuované systémy	130
9.1 Model ISO/OSI	131
9.2 Přenos dat v rámci PDS	133
9.3 Standardy PDS	134
Literatura	136